

Code division multiple access communication with pilot aided detection

Patent Number: ☐ [EP0898379, A3](#)
Publication date: 1999-02-24
Inventor(s): NAKANO TAKAYUKI (JP)
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (JP)
Requested Patent: ☐ [JP11068698](#)
Application Number: EP19980109014 19980518
Priority Number(s): JP19970238951 19970820
IPC Classification: H04B1/707
EC Classification: [H04B1/707](#)
Equivalents: CA2237827, CN1209003, JP3335887B2, ☐ [US6219391](#)
Cited Documents: [EP0716520](#)

Abstract

Waveform estimating section 302 observes the amplitude and phase of pilot signals outputted from pilot despreading section 301, and estimates the amplitude, frequency and phase of the pilot signals having no interference. Sine wave generating section 303 generates pilot signals of sine wave of the estimated amplitude, frequency and phase. Coherent detecting section 305 corrects the phase shift of data signals

outputted from data channel despreading section 304, using the generated pilot signals. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-68698

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

A

H 0 4 B 1/10

H 0 4 B 1/10

L

1/26

1/26

J

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-238951

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月20日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 中野 隆之

石川県金沢市彦三町二丁目1番45号 株式

会社松下通信金沢研究所内

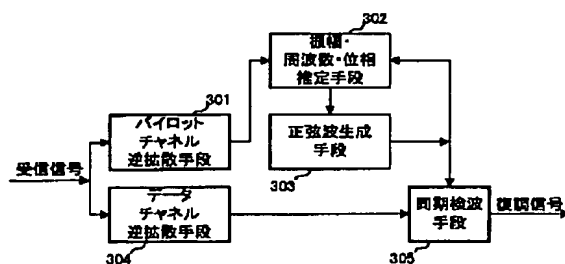
(74) 代理人 弁理士 鷲田 公一

(54) 【発明の名称】 スペクトル拡散復調装置及びスペクトル拡散復調方法

(57) 【要約】

【課題】 パイロット同期検波において、パイロットシンボルに残留する干渉成分を低減し、受信信号から復調信号を得る際の、受信品質を向上することができるスペクトル拡散復調装置及びスペクトル拡散復調方法を提供する。

【解決手段】 振幅・周波数・位相推定手段302は、パイロットチャネル逆拡散手段301の出力であるパイロットシンボルの振幅と位相を観測することで、パイロット信号の振幅・周波数・位相を推定する。正弦波生成手段303は、推定した振幅・周波数・位相の正弦波を生成する。同期検波手段305は、この生成された正弦波とデータチャネル逆拡散手段304の出力を用いてパイロット同期検波を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いて、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成することを特徴とするスペクトル拡散復調装置。

【請求項 2】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の予測を行うパイロットシンボル予測手段と、パイロットシンボルの逆拡散出力とパイロットシンボル予測手段の出力信号との間の誤差が最小となる予測係数を推定する予測係数推定手段とを具備することを特徴とするスペクトル拡散復調装置。

【請求項 3】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングするフィルタリング手段と、パイロットシンボルの逆拡散出力によりキャリア周波数オフセットの値を推定してフィルタリング手段の時定数を決定する周波数オフセット推定手段とを具備することを特徴とするスペクトル拡散復調装置。

【請求項 4】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の振幅と位相の推定を行う振幅・周波数・位相推定手段と、推定した振幅・周波数・位相の正弦波を生成する正弦波生成手段とを具備することを特徴とするスペクトル拡散復調装置。

【請求項 5】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力により各多重波のドップラーシフト量を推定する多重波ドップラーシフト推定手段と、パイロットシンボルの逆拡散出力に対し推定したドップラーシフトの周波数成分を通過するフィルタから構成されるドップラーシフト成分通過手段とを具備することを特徴とするスペクトル拡散復調装置。

【請求項 6】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングするフィルタリング手段と、受信品質を測定する受信品質測定手段と、フィルタリング手段の時定数を受信品質が最適となるように選択する最適時定数選択手段とを具備することを特徴とするスペクトル拡散復調装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載のスペクトル拡散復調装置を備えることを特徴とする基地局装置。

【請求項 8】 請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載のスペクトル拡散復調装置を備えることを特徴とする移動局装置。

【請求項 9】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の予測を行い、パイロットシンボルの逆拡散出力とパイロットシンボル予測手段の出力信号との間の誤差が最小となる予測係数を推定し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成することを特徴とするスペクトル拡散復調方法。

【請求項 10】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングし、パイロットシンボルの逆拡散出力によりキャリア周波数オフセットの値を推定してフ

ィルタリング手段の時定数を決定し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成することを特徴とするスペクトル拡散復調方法。

【請求項 11】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の振幅と位相の推定を行い、推定した振幅・周波数・位相の正弦波を生成し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成することを特徴とするスペクトル拡散復調方法。

【請求項 12】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力により各多重波のドップラーシフト量を推定し、パイロットシンボルの逆拡散出力に対し推定したドップラーシフトの周波数成分を通過し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成することを特徴とするスペクトル拡散復調方法。

【請求項 13】 受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングし、受信品質を測定し、フィルタリング手段の時定数を受信品質が最適となるように選択し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成することを特徴とするスペクトル拡散復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パイロット同期検波方式によるスペクトル拡散復調装置及びスペクトル拡散復調方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車・携帯電話等の陸上移動通信に対する需要が著しく増加しており、限られた周波数帯域上でより多くの加入者容量を確保するための周波数有効利用技術が重要となってきている。周波数有効利用のための多元接続方式の一つとして、符号分割多元接続（CDMA）方式が注目されている。CDMA方式は、スペクトル拡散多元接続（SSMA）方式とも呼ばれ、広帯域性や、擬似雑音（PN）系列等の符号による鋭い相関特性等により、優れた通信品質を達成することができる。

【0003】CDMA方式を用いた陸上移動通信システムに関しては、例えば、米国特許第4,901,307号に開示されている。CDMA方式の中には、直接拡散方式がある。この方式は、RAKE受信装置を用いて、マルチパス成分を最大比合成するものであり、これによりダイバーシチ効果をあげることができる。RAKE受信装置に関しては、例えば、米国特許第5,109,390号に開示されている。

【0004】以下、直接拡散方式を用いたCDMAシステムの概要について、図6を用いて説明する。図6は、直接拡散方式を用いたCDMAシステムの構成を示すブロック図である。

【0005】CDMAシステムの送信装置は、送信データ信号を変調する情報変調装置601と、擬似雑音系列等の符号を発生する拡散符号発生装置602と、信号の

帯域幅を拡散するスペクトル拡散変調装置 603 と、信号を送信する送信アンテナ 604 とから主に構成されている。また、同システムの受信装置は、信号を受信する受信アンテナ 605 と、送信側で発生した拡散符号と同じ符号を同じタイミングで発生する拡散符号同期獲得装置 606 と、スペクトル拡散変調装置 603 と逆の処理を行うスペクトル拡散復調装置 607 と、変調された信号を復調する情報復調装置 608 とから主に構成されている。

【0006】CDMA システムにおいて、音声などの送信データ信号は、情報変調装置 601 にて変調される。変調された信号は、送信データを伝送するために必要な帯域幅のみを有している狭帯域の信号である（(a) 参照）。また、拡散符号発生装置 602 にて発生される拡散信号の帯域幅は、情報変調装置 601 にて変調された信号の帯域幅に比べて十分広い（(b) 参照）。情報変調装置 601 にて変調された信号は、スペクトル拡散変調装置 603 にて、拡散信号を乗積され帯域が拡散され、送信アンテナ 604 から送信される。

【0007】受信アンテナ 605 に受信された信号（(c) 参照）は、スペクトル拡散復調装置 607 にて、広帯域から狭帯域へ変換される。具体的には、この変換は、拡散符号同期獲得装置 606 にて発生した符号を再度乗積し、積分を行うことによって行われる。

【0008】図 6 に示すように、送信された信号には、受信装置に至る過程で、他のユーザや熱雑音等による干渉信号が重畳する。しかし、拡散符号として、干渉信号に対する相互相関が、十分に小さいものを用いているため、スペクトル拡散復調装置 607 の出力では干渉成分が低減される（(d) 参照）。

【0009】直接拡散方式を用いた CDMA システムでは、パイロットチャネルと呼ばれる信号が常時、あるいは周期的に送信される。例えば、セルラシステムの基地局から移動機への下り回線では、各ユーザに対する信号と共に各ユーザにとって既知であるシンボルが挿入されたパイロットチャネルが送信される。受信装置は、パイロットチャネルを用いて、同期獲得、保持、マルチパス状態の推定、同期検波、周波数同期、ハンドオフ等の処理を行う。このパイロットチャネルを用いた同期検波処理をパイロット同期検波という。

【0010】以下、従来のパイロット同期検波におけるスペクトル拡散復調装置 607 の動作について、図 7 を用いて説明する。図 7 は従来のスペクトル拡散復調装置 607 の構成を示すブロック図である。

【0011】図 7 に示すように、スペクトル拡散復調装置 607 は、パイロットチャネル用拡散符号を用いて、パイロットシンボルを逆拡散するパイロットチャネル逆拡散手段 701 と、パイロットシンボルを平均化する平均化手段 702 と、データチャネル用拡散符号を用いて、データシンボルを逆拡散するデータチャネル逆拡散

手段 703 と、平均化後のパイロットシンボル及びデータシンボルを用いて位相の回転を補正し復調信号を生成する同期検波手段 704 とから主に構成されている。

【0012】受信したスペクトル拡散信号の内、パイロットシンボルは、パイロットチャネル逆拡散手段 701 にて逆拡散され、平均化手段 702 にて平均化される。また、データシンボルは、データチャネル逆拡散手段 703 にて逆拡散される。その後、パイロットシンボル及びデータシンボルは、同期検波手段 704 に入力されて、位相の回転を補正され、復調信号として出力される。

【0013】次に、パイロットシンボルの平均化について説明する。ここでは、四相位相変調（QPSK）方式による拡散を仮定する。パイロットチャネル信号として無変調信号が伝送されるとすると、パイロットチャネル逆拡散手段 701 から出力されるパイロットシンボルは、以下に示す（数 1）で表される。

【数 1】

$$\begin{aligned} I_0(t) &= A_0 \cdot \cos \phi(t) + n_0^I(t) \\ Q_0(t) &= A_0 \cdot \sin \phi(t) + n_0^Q(t) \end{aligned}$$

ここで、 A_0 はパイロットチャネル信号のレベルを示し、 $\phi(t)$ はキャリア位相オフセットを示す。また、 $n_0^I(t)$ 、 $n_0^Q(t)$ は、他のマルチパス波からの干渉、パイロットチャネル以外のチャネルからの干渉、あるいは、他セルからの干渉等を含めた干渉成分を示す。

【0014】パイロットシンボルは、平均化手段 702 にて、 $\cos(t)$ や $\sin(t)$ 等の値が一定と見なせる時間範囲で平均化される。この平均化により干渉成分が低減され、パイロットチャネル信号のレベル A_0 や $\cos(t)$ 、 $\sin(t)$ の値が求められる。

【0015】また、ユーザ k についてのデータチャネル逆拡散手段 703 から出力されるデータシンボルは、以下に示す（数 2）で表される。

【数 2】

$$\begin{aligned} I_k(t) &= A_k \cdot d_k(t) \cdot \cos \phi(t) + n_k^I(t) \\ Q_k(t) &= A_k \cdot d_k(t) \cdot \sin \phi(t) + n_k^Q(t) \end{aligned}$$

ここで、 A_k はユーザ k のレベル、 $d_k(t)$ はユーザ k のデータ信号を示す。また、 $n_k^I(t)$ 、 $n_k^Q(t)$ は、他のマルチパス波からの干渉、ユーザ k のチャネル以外のチャネルからの干渉、あるいは、他セルからの干渉等を含めた干渉成分を示す。

【0016】平均化後のパイロットシンボルおよびデータシンボルにおける干渉がないと考えると、同期検波手段 704 にて、内積演算によりキャリア位相オフセットが補正され、以下に示す（数 3）で表される復調信号が得られる。

【数 3】

$$I_0(t) \cdot I_k(t) + Q_0(t) \cdot Q_k(t) = A_0 \cdot A_k \cdot d_k(t)$$

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ここで、移動通信のような無線回線では、パイロットチャネル信号のレベル α 、位相オフセット(t)は、移動機の移動に伴い変化し、受信装置の局部発振器のキャリア周波数オフセット成分に加えてフェージングによる周波数シフトが発生する。

【0018】上記従来のスペクトル拡散復調装置では、平均化の周期は、 $\cos(t)$ や $\sin(t)$ 等の値が一定と見なせる時間範囲でなければならず、したがって、キャリア周波数オフセットあるいはフェージングによる周波数シフトの周期に比べ非常に短くなる。その結果、干渉成分を十分に低減することができず、同期検波後の復調信号が劣化し、受信品質が低下する。

【0019】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、受信信号から復調信号を得る際の、受信品質を向上することができるスペクトル拡散復調装置及びスペクトル拡散復調方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、以下のような手段を講じた。請求項1記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いて、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する構成を採る。

【0021】この構成により、受信信号から復調信号を得る際の、受信品質を向上することができる。

【0022】また、請求項2記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の予測を行うパイロットシンボル予測手段と、パイロットシンボルの逆拡散出力とパイロットシンボル予測手段の出力信号との間の誤差が最小となる予測係数を推定する予測係数推定手段とを具備する構成を採る。

【0023】また、請求項9記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の予測を行い、パイロットシンボルの逆拡散出力とパイロットシンボル予測手段の出力信号との間の誤差が最小となる予測係数を推定し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法を採る。

【0024】この構成により、パイロットシンボルの最適予測値、すなわち、干渉成分が低減されたパイロットシンボルを生成することができ、干渉成分が低減されたパイロットシンボルを用いて同期検波することが可能となり、受信品質を向上することができる。

【0025】また、請求項3記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングするフィルタリング手段と、パイロットシンボルの逆拡散出力によりキャリア周波数オフセットの値を推定してフィルタリング手段の時定数を決定する周波数オフセット推定手段とを具備する構成を採る。

【0026】また、請求項10記載の発明は、受信した

パイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングし、パイロットシンボルの逆拡散出力によりキャリア周波数オフセットの値を推定してフィルタリング手段の時定数を決定し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法を採る。

【0027】フィルタリングとは、受信信号に含まれる雑音成分をなるべく分離し、意味のある信号成分のみを取り出すことをいう。

【0028】この構成により、周波数オフセットに応じてパイロットシンボル対干渉比が最大となるようなフィルタの時定数を選択でき、最大限に干渉成分が低減されたパイロットシンボルを生成することができ、干渉成分が低減されたパイロットシンボルを用いて同期検波することが可能となり、受信品質を向上することができる。

【0029】また、請求項4記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の振幅と位相の推定を行う振幅・周波数・位相推定手段と、推定した振幅・周波数・位相の正弦波を生成する正弦波生成手段とを具備する構成を採る。

【0030】また、請求項11記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の振幅と位相の推定を行い、推定した振幅・周波数・位相の正弦波を生成し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法を採る。

【0031】この構成により、干渉成分を含まないパイロットシンボルを生成することができ、干渉成分を含まないパイロットシンボルを用いて同期検波することが可能となり、受信品質を向上することができる。

【0032】また、請求項5記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力により各多重波のドップラシフト量を推定する多重波ドップラシフト推定手段と、パイロットシンボルの逆拡散出力に対し推定したドップラシフトの周波数成分を通過するフィルタから構成されるドップラシフト成分通過手段とを具備する構成を採る。

【0033】また、請求項12記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力により各多重波のドップラシフト量を推定し、パイロットシンボルの逆拡散出力に対し推定したドップラシフトの周波数成分を通過し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する構成を採る。

【0034】この構成により、受信機の局部の発信機の周波数オフセットならびにドップラシフトによる周波数/位相オフセットに応じてパイロットシンボル対干渉比が最大となるようなフィルタを構成することができ、最大限に干渉成分が低減されたパイロットシンボルを生成することができ、干渉成分が低減されたパイロットシンボルを用いて同期検波することが可能となり、受信品質を向上することができる。

【0035】また、請求項6記載の発明は、受信したバ

パイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングするフィルタリング手段と、受信品質を測定する受信品質測定手段と、フィルタリング手段の時定数を受信品質が最適となるように選択する最適時定数選択手段とを具備する構成を採る。

【0036】また、請求項13記載の発明は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングし、受信品質を測定し、フィルタリング手段の時定数を受信品質が最適となるように選択し、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法を採る。

【0037】この構成により、受信品質が最適な状態となるようにパイロット同期検波を行うことができる。

【0038】また、請求項7記載の発明は、基地局装置に関するものであり、請求項1乃至請求項6のいずれかに記載のスペクトル拡散復調装置を備える構成を採る。

【0039】この構成により、受信信号から復調信号を得る際の、受信品質を向上する基地局装置を提供することができる。

【0040】また、請求項8記載の発明は、移動局装置に関するものであり、請求項1乃至請求項6のいずれかに記載のスペクトル拡散復調装置を備える構成を採る。

【0041】この構成により、受信信号から復調信号を得る際の、受信品質を向上する移動局装置を提供することができる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。本発明のスペクトル拡散復調装置は、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いて、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成するものである。

（実施の形態1）実施の形態1は、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法として、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の予測を行い、パイロットシンボルの逆拡散出力とパイロットシンボル予測手段の出力信号との間の誤差が最小となる予測係数を推定するものである。

【0043】図1は、実施の形態1におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図である。

【0044】図1に示すように、本実施の形態におけるスペクトル拡散復調装置は、パイロットチャネル用拡散符号を用いて、パイロットシンボルを逆拡散するパイロットチャネル逆拡散手段101と、パイロットチャネル逆拡散手段101の逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の予測を行うパイロットシンボル予測手段102と、パイロットチャネル逆拡散手段101の出力信号とパイロットシンボル予測手段の出力信号102との間の誤差が最小となる予測係数を推定する予測係数推定手段103と、データチャネル用拡散符号を用いて、データシンボルを逆拡散するデータチャネル逆拡散手段104と、このようにして平均化された後のパイロットシン

ボル及びデータシンボルを用いて位相の回転を補正し復調信号を生成する同期検波手段105とから主に構成されている。

【0045】受信したスペクトル拡散信号の内、パイロットシンボルは、パイロットチャネル逆拡散手段101にて逆拡散され、予測係数推定手段103で推定された予測係数に基づきパイロットシンボル予測手段102にて干渉成分の含まれないパイロット信号が予測される。また、データシンボルは、データチャネル逆拡散手段104にて逆拡散される。その後、予測されたパイロットシンボル及びデータシンボルは、同期検波手段105に入力されて、位相の回転を補正され、復調信号として出力される。

【0046】次に、パイロットシンボルの予測について説明する。パイロットチャネル逆拡散手段101にて逆拡散されたパイロットシンボルには、パイロット信号成分と干渉成分が含まれるので、以下の（数4）で表わすことができる。

【数4】

$$y(t) = x(t) + n(t)$$

ここで、 $x(t)$ はパイロット信号、 $n(t)$ は干渉信号の成分である。

【0047】パイロットシンボル予測手段102は、以下の（数5）に示す評価関数 J が最小となるようにフィルタを構成することにより、パイロットチャネル信号の予測を行う。評価関数を最小化するフィルタを設計する問題は、ウィナー問題と呼ばれ、各種の解法が知られている。この最小化には、例えば、Wiener-Hopfの方程式の解を用いることも可能であり、また、適応アルゴリズムを適用することもできる。予測係数推定手段103はこれらの解法を実現するものである。

【数5】

$$J = E \{ [x(t+m) - x'(t+m)]^2 \}$$

ここで、 $x'(t)$ はパイロットシンボル予測手段102にて予測したパイロットシンボル予測値を表わし、 $E[-]$ は平均を表わす。また、 $(t+m)$ は、時刻 t から時間 m だけ将来の値を予測していることを示している。

【0048】ここで、パイロットシンボル予測の一例について説明する。パイロットシンボル予測値が現在から過去 N サンプル目までのパイロットシンボルの線形結合で表わすと、以下の（数6）となる。

【数6】

$$x'(n+1) = \sum_{k=0}^{N-1} a_k \cdot y(n-k)$$

ここで、 a_k は重み付けの係数を示し、 $x'(n)$ は時刻 nT （ T :サンプリング間隔、 n :整数）におけるサンプル値、 N は観測期間を示す。

【0049】このようにして、パイロットシンボル予測

値は、現在までのサンプル値それぞれに対して重みをかけることによって求められる。この重みの値は、予測係数推定手段 103 において、パイロットチャネル逆拡散手段 101 の出力信号とパイロットシンボル予測手段 102 の出力信号との間の誤差が最小となるように予め選ばれる。

【0050】この動作によれば、パイロットチャネル逆拡散手段 101 の出力信号とパイロットシンボル予測手段 102 の出力信号との間の誤差が最小となるように、予測係数推定手段 103 にてパイロットシンボルを予測でき、パイロット同期検波時のパイロットシンボルに含まれる干渉成分を低減でき、受信品質の向上を図ることができる。

【0051】（実施の形態 2）実施の形態 2 は、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法として、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングし、パイロットシンボルの逆拡散出力によりキャリア周波数オフセットの値を推定してフィルタリング手段の時定数を決定するものである。

【0052】図 2 は、実施の形態 2 におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図である。

【0053】図 2 に示すように、本実施の形態におけるスペクトル拡散復調装置は、パイロットチャネル用拡散符号を用いて、パイロットシンボルを逆拡散するパイロットチャネル逆拡散手段 201 と、パイロットチャネル逆拡散手段 201 の逆拡散出力をフィルタリングするフィルタリング手段 202 と、周波数オフセットの値を推定してフィルタリング手段 202 の時定数を決定する周波数オフセット推定手段 203 と、データチャネル用拡散符号を用いて、データシンボルを逆拡散するデータチャネル逆拡散手段 204 と、フィルタリング後のパイロットシンボル及びデータシンボルを用いて位相の回転を補正し復調信号を生成する同期検波手段 205 とから主に構成されている。

【0054】受信したスペクトル拡散信号の内、パイロットシンボルは、パイロットチャネル逆拡散手段 201 にて逆拡散され、周波数オフセット推定手段 203 で推定された時定数に基づきフィルタリング手段 202 にてフィルタリングされる。また、データシンボルは、データチャネル逆拡散手段 204 にて逆拡散される。その後、フィルタリングされたパイロットシンボル及びデータシンボルは、同期検波手段 205 に入力されて、位相の回転を補正され、復調信号として出力される。

【0055】次に、パイロットシンボルのフィルタリングについて説明する。パイロットシンボルには、パイロット信号成分 $A_0(t) \cos \phi(t)$ 、 $A_0(t) \sin \phi(t)$ と、干渉成分 $n_0^1(t)$ 、 $n_0^2(t)$ が含まれている。パイロット信号成分は、受信装置の局部発振器のキャリア周波数オフセットおよびフェージングによる周波数シフトによって変動している。その振幅を $A_0(t)$ 、位相を $\phi(t)$ とすると、バ

イロットシンボルは以下の（数 7）で表される。

【数 7】

$$I_0(t) = A_0(t) \cdot \cos \phi(t) + n_0^1(t) \\ Q_0(t) = A_0(t) \cdot \sin \phi(t) + n_0^2(t)$$

周波数オフセット推定手段 203 では、このパイロット信号成分の取りうる周波数帯域を推定し、フィルタリング手段 202 の通過域の幅（あるいは時定数）を決定する。フィルタリング手段 202 は、周波数オフセット推定手段 203 で推定された時定数に基づき、パイロットシンボルをフィルタリングし、干渉成分を低減できる。

【0056】パイロット信号成分の取りうる周波数帯域を推定する方法としては、自動周波数制御回路（AFC 回路）からの情報を用いる方法がある。AFC 回路では、キャリア周波数オフセットを指定した周波数範囲まで引き込むことを目的としており、スペクトル拡散受信装置だけではなく、一般的に広く用いられている。AFC 回路からのキャリア周波数オフセットが指定した周波数範囲まで引き込まれたという情報により、フィルタリング手段 202 における通過域の幅（あるいは時定数）を決定できる。

【0057】また、パイロットシンボルの時間変化について、単位時間当たりのゼロ交差回数を数えることによってもキャリア周波数オフセットを推定できる。

【0058】この動作によれば、パイロットシンボルに対するフィルタリングの時定数を推定したキャリア周波数オフセット成分の周波数に応じて設定するようにしたこと、パイロット同期検波時のパイロットシンボルに含まれる干渉成分を低減でき、受信品質の向上を図ることができる。

【0059】（実施の形態 3）実施の形態 3 は、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法として、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力を用いてパイロットチャネル信号の振幅と位相の推定を行い、推定した振幅・周波数・位相の正弦波を生成するものである。

【0060】図 3 は、実施の形態 3 におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図である。

【0061】図 3 に示すように、本実施の形態におけるスペクトル拡散復調装置は、パイロットチャネル用拡散符号を用いて、パイロットシンボルを逆拡散するパイロットチャネル逆拡散手段 301 と、パイロットチャネル逆拡散手段 301 の逆拡散出力に含まれるパイロット信号の振幅と位相を推定する振幅・周波数・位相推定手段 302 と、推定された振幅・周波数・位相の正弦波を生成する正弦波生成手段 303 と、データチャネル用拡散符号を用いて、データシンボルを逆拡散するデータチャネル逆拡散手段 304 と、平均化後のパイロットシンボル及びデータシンボルを用いて位相の回転を補正し復調信号を生成する同期検波手段 305 とから主に構成され

ている。

【0062】受信したスペクトル拡散信号の内、パイロットシンボルは、パイロットチャネル逆拡散手段301にて逆拡散され、振幅・周波数・位相推定手段302にて干渉成分の含まれないパイロット信号の振幅・周波数・位相が推定される。この推定に基づき、正弦波生成手段303にて正弦波が生成される。また、データシンボルは、データチャネル逆拡散手段304にて逆拡散される。その後、生成された正弦波及びデータシンボルは、同期検波手段305に入力されて、位相の回転を補正され、復調信号として出力される。

【0063】次に、正弦波の生成について説明する。簡単のため、パイロットシンボルにおけるパイロット信号成分が正弦波的に変化すると仮定すると、パイロットシ

$$\sqrt{I_0^2(t) + Q_0^2(t)} = \sqrt{A_0^2 \cdot \cos^2(2\pi f_0 t + \phi) + A_0^2 \cdot \sin^2(2\pi f_0 t + \phi)} = A_0$$

また、周波数及び位相は、以下に示す(数10)の時間微分値、瞬時値で求めることができる。

【数10】

$$\tan^{-1} \left(\frac{Q_0(t)}{I_0(t)} \right) = 2\pi f_0 t + \phi$$

また、一般に用いられているシステム推定、同定アルゴリズムを用いて推定することもできる。さらに、時々刻々変化する周波数オフセットの量に対応するために適応アルゴリズムを用いて逐次的に推定を行っていくこともできる。

【0064】正弦波生成手段303は、このように推定した振幅・周波数・位相を有する正弦波を生成する。なお、ここでは、一つの組み合わせの振幅・周波数・位相で正弦波を生成する場合を説明したが、複数の組み合わせの振幅・周波数・位相を推定し、複数の正弦波を生成することもできる。

【0065】この動作により、干渉成分のないパイロットシンボルを用いてパイロット同期検波することができる。受信品質の向上を図ることができる。

【0066】(実施の形態4) 実施の形態4は、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法として、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力により各多重波のドップラーシフト量を推定し、パイロットシンボルの逆拡散出力に対し推定したドップラーシフトの周波数成分を通過するものである。

【0067】図4は、実施の形態4におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図である。

【0068】図4に示すように、本実施の形態におけるスペクトル拡散復調装置は、パイロットチャネル用拡散符号を用いて、パイロットシンボルを逆拡散するパイロットチャネル逆拡散手段401と、パイロットチャネル逆拡散手段401の出力信号から各多重波のドップラーシフト量を推定する多重波ドップラーシフト推定手段402と、多重波ドップラーシフト推定手段402の推定

* シンボルは以下の(数8)で表される。

【数8】

$$I_0(t) = A_0 \cdot \cos(2\pi f_0 t + \phi) + n_0^I(t)$$

$$Q_0(t) = A_0 \cdot \sin(2\pi f_0 t + \phi) + n_0^Q(t)$$

振幅・周波数・位相推定手段302の目的は、上記における振幅 A_0 、周波数 f_0 、位相 ϕ を推定することである。振幅・周波数・位相の推定方法としては、例えば、振幅、位相が変化しない時間範囲でパイロットシンボルを平均化して求める方法がある。平均化によって干渉成分が除去されたとすると、振幅は、以下に示す(数9)の時間微分値、瞬時値で求めることができる。

【数9】

結果に基づき、パイロットチャネル逆拡散手段401の出力信号の特定の周波数領域のみ通過させるフィルタであるドップラーシフト成分通過手段403と、データチャネル用拡散符号を用いて、データシンボルを逆拡散するデータチャネル逆拡散手段404と、フィルタ403通過後のパイロットシンボル及びデータシンボルを用いて位相の回転を補正し復調信号を生成する同期検波手段405とから主に構成されている。

【0069】受信したスペクトル拡散信号の内、パイロットシンボルは、パイロットチャネル逆拡散手段401にて逆拡散される。逆拡散されたパイロットシンボルは、多重波ドップラーシフト推定手段402にてドップラーシフト量が推定され、パイロット信号の周波数領域のみがドップラーシフト成分通過手段403を通過する。また、データシンボルは、データチャネル逆拡散手段404にて逆拡散される。その後、フィルタを通過したパイロットシンボル及びデータシンボルは、同期検波手段405に入力されて、位相の回転を補正され、復調信号として出力される。

【0070】次に、パイロットシンボルの予測について説明する。パイロットシンボルには、以下の(数11)に示すようにパイロット信号成分と干渉成分が含まれている。

【数11】

$$I_0(t) = A_0(t) \cdot \cos \phi(t) + n_0^I(t)$$

$$Q_0(t) = A_0(t) \cdot \sin \phi(t) + n_0^Q(t)$$

受信装置の局部発振器のキャリア周波数オフセットおよびフェージングによる周波数シフトによって、振幅 $A_0(t)$ および位相 $\phi(t)$ が変動する。多重波ドップラーシフト推定手段402は、これらパイロット信号成分のスペクトルを推定することで各多重波に対応するドップラーシフト量を求める。スペクトルの推定の方法として、例えば、ある特定の周波数帯域のみを通過するような帯

域通過フィルタ (BPF) を複数配し、これらの出力信号のレベルを観測することによってそれぞれの周波数帯域のスペクトルを求めることができる。また、パイロットシンボルをフーリエ変換し、スペクトルを求めることもできる。

【0071】求められたパイロット信号のスペクトルに基づきドップラシフト成分通過手段403の通過域を決定する。決定された通過域は、パイロット信号が存在する周波数領域をすべて網羅するものである。

【0072】ドップラシフト成分通過手段403の構成法としては、ある特定の周波数帯域のみを通過するような帯域通過フィルタ (BPF) を複数組み合わせる方法もある。この方法では、多重波ドップラシフト推定手段402で求められたスペクトルの中で、パイロット信号が存在すると判断される周波数帯域に対応するBPFを組み合わせてドップラシフト成分通過手段403を構成する。

【0073】この動作により、パイロットシンボルに含まれるパイロット信号の周波数領域のみを通過するようなフィルタを構成することにより、パイロット同期検波時のパイロットシンボルに含まれる干渉成分を低減でき、受信品質の向上を図ることができる。

【0074】(実施の形態5) 実施の形態5は、干渉成分を除去したパイロットシンボルを生成する方法として、受信したパイロットシンボルの逆拡散出力をフィルタリングし、受信品質を測定し、フィルタリング手段の時定数を受信品質が最適となるように選択するものである。

【0075】図5は、実施の形態5におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図である。

【0076】図5に示すように、本実施の形態におけるスペクトル拡散復調装置は、パイロットチャネル用拡散符号を用いて、パイロットシンボルを逆拡散するパイロットチャネル逆拡散手段501と、受信品質を測定する受信品質測定手段503と、パイロットチャネル逆拡散手段501の逆拡散出力をフィルタリングするフィルタリング手段502と、フィルタリング手段502の時定数を受信品質測定手段503の出力である受信品質が最適となるように選択する最適時定数選択手段504と、データチャネル用拡散符号を用いて、データシンボルを逆拡散するデータチャネル逆拡散手段505と、平均化後のパイロットシンボル及びデータシンボルを用いて位相の回転を補正し復調信号を生成する同期検波手段506とから主に構成されている。

【0077】受信したスペクトル拡散信号の内、パイロットシンボルは、パイロットチャネル逆拡散手段501にて逆拡散され、フィルタリング手段502にてフィルタリングされる。また、データシンボルは、データチャネル逆拡散手段504にて逆拡散される。その後、予測されたパイロットシンボル及びデータシンボルは、同期

検波手段505に入力されて、位相の回転を補正され、復調信号として出力される。

【0078】最適時定数選択手段504は、フィルタリング手段502における時定数を何通りか指定し、それぞれの時定数に設定した時の受信品質を受信品質測定手段503にて測定する。受信品質は、同期検波後のシンボルの誤り率や、誤り訂正後のビット誤り率、またはフレーム誤り率等を用いる。最適時定数選択手段504は、このように測定したいくつかの受信品質の中から受信品質が一番優れているものを選び出し、その受信品質に対応する時定数を最適な時定数と判定する。求められた時定数はフィルタリング手段502に入力される。フィルタリング手段502は、最適時定数選択手段504で求められた時定数に基づき、パイロットシンボルをフィルタリングし、干渉成分を低減できる。

【0079】この動作により、同期検波後の受信品質が最適となるようにパイロットシンボルに対するフィルタリングの時定数を設定するようにしたことで、フィルタリングの時定数を固定にした場合に比べて受信品質の向上を図ることができる。

【0080】上記実施の形態1～5に示したスペクトル拡散復調装置は、移动通信システムにおける基地局装置や移動局装置に搭載することができる。これにより、移动通信システムのデータ伝送において、データを破損させることなく受信することができる。

【0081】

【発明の効果】以上のように本発明は、パイロット同期検波において、パイロットシンボルに残留する干渉成分を低減し、受信信号から復調信号を得る際の、受信品質を向上することができるスペクトル拡散復調装置及びスペクトル拡散復調方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図。

【図2】実施の形態2におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図。

【図3】実施の形態3におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図。

【図4】実施の形態4におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図。

【図5】実施の形態5におけるスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図。

【図6】直接拡散方式を用いたCDMAシステムの構成を示すブロック図。

【図7】従来のスペクトル拡散復調装置の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

101 パイロットチャネル逆拡散手段

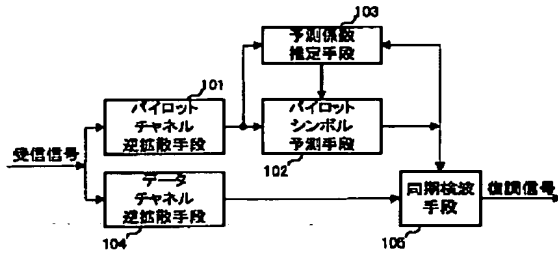
102 パイロットシンボル予測手段

103 予測係数推定手段

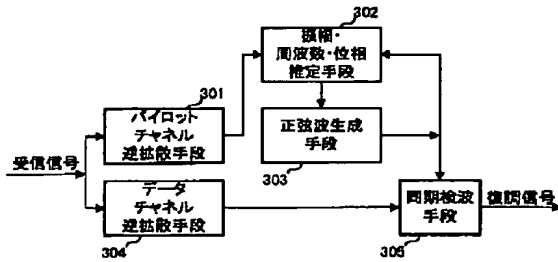
15

- 104 データチャンネル逆拡散手段
- 105 同期検波手段
- 202 フィルタリング手段
- 203 周波数オフセット推定手段
- 302 振幅・周波数・位相推定手段
- 303 正弦波生成手段

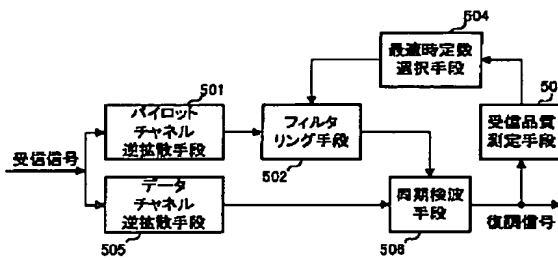
【図1】



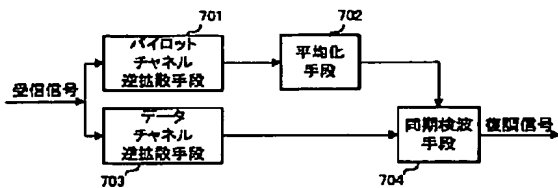
【図3】



【図5】



【図7】

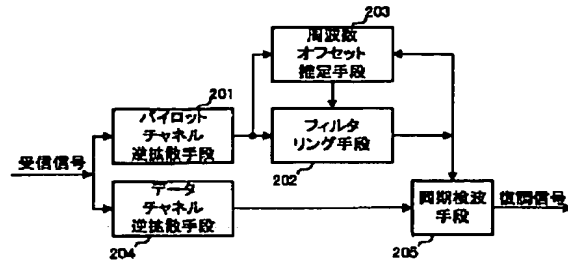


16

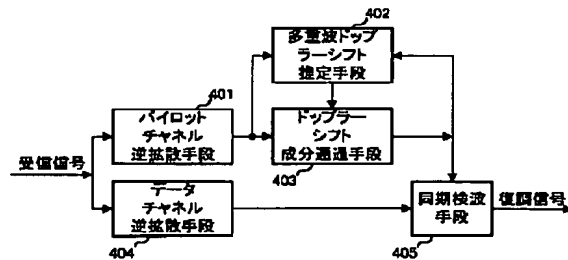
- * 402 多重波ドップラーシフト推定手段
- 403 ドップラーシフト成分通過手段
- 502 フィルタリング手段
- 503 受信品質測定手段
- 504 最適時定数選択手段

*

【図2】



【図4】



【図6】

